

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-163664

(43)Date of publication of application : 18.06.1999

(51)Int.Cl.

H03H 9/145

H03H 9/25

H03H 9/64

(21)Application number : 09-327488

(71)Applicant : KYOCERA CORP

(22)Date of filing : 28.11.1997

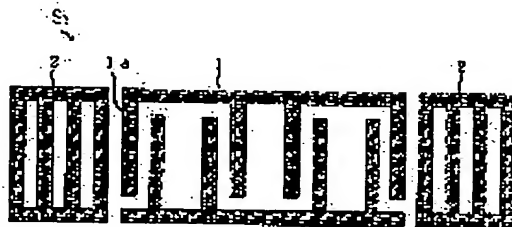
(72)Inventor : OTSUKA KAZUHIRO

(54) ACOUSTIC WAVE FILTER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To adjust the stop band width of a SAW(surface acoustic wave) resonator with a simple configuration and to have a satisfactory pass band width and steepness at a pass band end part.

SOLUTION: This SAW filter connects plural pairs of IDT electrodes 1 and forms them on one piezo-electric substrate, wherein electrode fingers 1a that constitute the electrodes 1 are thinned cyclically. In the above configuration, it is preferable to satisfy: $2\% \leq R_m \leq 22\%$, where a thinning rate R_m is (the number of thinned electrode index)/(the number of total electrode index before thinning) $\times 100\%$.



BEST AVAILABLE COPY

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-163664

(43) 公開日 平成11年(1999) 6月18日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

H 0 3 H 9/145
9/25
9/64

H 0 3 H 9/145
9/25
9/64

Z
Z
Z

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号

特願平9-327488

(22) 出願日

平成9年(1997)11月28日

(71) 出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地

(72) 発明者 大塚 一弘

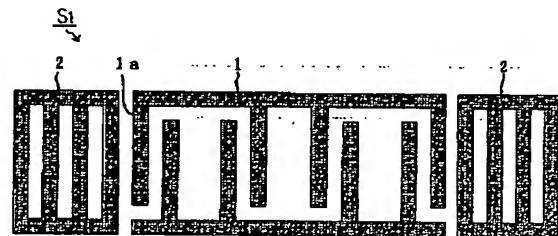
京都府相楽郡精華町光台3丁目5番地 京
セラ株式会社中央研究所内

(54) 【発明の名称】 弾性表面波フィルタ

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】簡易な構成でSAW共振子の Δf を調整でき、良好な通過帯域幅及び通過帯域端部の急峻性を有するものとする。

【解決手段】一圧電基板の主面に、複数対のIDT電極1を接続し形成して成るSAWフィルタで、前記IDT電極1を構成する電極指1aが周期的に間引きされている。間引き率 R_m を(間引きした電極指数)/(間引き前の総電極指数) $\times 100\%$ とすると、 $2\% \leq R_m \leq 22\%$ の範囲が好適である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】圧電基板の主面上に、複数対の櫛歯状電極を接続し形成して成る弾性表面波フィルタであって、前記櫛歯状電極を構成する電極指が周期的に間引きされていることを特徴とする弾性表面波フィルタ。

【請求項2】前記圧電基板が 36° Yカット-X伝搬の LiTaO_3 単結晶から成り、電極指の間引き率 R_m を $R_m = (\text{間引きした電極指数}) / (\text{間引き前の総電極指数}) \times 100\%$ とした場合、 $2\% \leq R_m \leq 22\%$ であることを特徴とする請求項1記載の弾性表面波フィルタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、自動車電話及び携帯電話等の移動体無線機器等に内蔵される周波数帯域フィルタ等としての弾性表面波フィルタに関する。

【0002】

【従来の技術】従来の弾性表面波（Surface Acoustic Wave）で、以下、SAWと略す）フィルタの例を図4に示す。同図は、移動体通信用のGHz帯域のラダー型（梯子型）SAWフィルタFで、3段型のラダー型SAWフィルタFの回路図であり、21～26は直列・並列交互に多段接続された6個のSAW共振子である。尚、20は LiTaO_3 単結晶等から成る圧電基板、INは入力端子、OUTは出力端子、GNDは接地（グラウンド）端子を示す。

【0003】そして、図3はSAW共振子S単体の基本構成を示す平面図である。同図において、11はSAW共振子Sの一対の櫛歯状電極であるIDT（Inter Digital Transducer）電極、11aはIDT電極11を構成する電極指、12、12はIDT電極11のSAW伝搬路の両端に設けられた反射器である。尚、IDT電極11及び反射器12、12の電極指の本数は数10～数100本に及ぶため、その形状を簡略化して描いてある。

【0004】このようなラダー型SAWフィルタFにおいて、その通過帯域幅は、個々のSAW共振子Sのストップバンド幅（ $\equiv \Delta f$ ）によってほぼ決まり、 Δf の帯域幅はほぼ3dBである。図5は、SAW共振子SのIDT電極11をインピーダンスアナライザ等に接続して、入力インピーダンス（ $|Z|$ ）一周波数特性を測定したグラフである。同図において、 f_1 は $|Z|$ が最小となる周波数（共振点30a）であり、 f_2 は $|Z|$ が最大となる周波数（反共振点30b）である。ストップバンド幅 Δf は、 f_1 と f_2 の周波数間隔に相当する。

【0005】そして、 Δf が小さく、リチウムタンタレート（ LiTaO_3 単結晶）のような高Q（Q：共振の尖鋭度）な材料を用いて、SAW共振子Sの共振点30a及び反共振点30bの尖鋭度を大きくすれば、ラダー型SAWフィルタFの急峻度は良好な特性となる。しかしながら、図3のような一般的なIDT電極11を用いた場合、 Δf は圧電基板20の材料定数（電気機械結合

係数等）によって支配され、殆ど一義的に決定される。そこで、IDT電極11の電極指11aの線幅を変更することにより、通過帯域幅の調整を行い、SAWフィルタの急峻度を改善するといったこと、又は、IDT電極の反射器に最も近い電極指と、反射器のIDT電極に最も近い電極指との間の距離を、所定の値に設定することにより、通過帯域と阻止域との間の減衰特性の急峻性を高めるといった提案がなされている（特開平9-55640号参照）。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来、IDT電極11の電極指11aの線幅や電極指11a間の間隔を制御することは、下記のような問題点があった。第1に、IDT電極11形成工程の前工程であるフォトリソグラフィ工程において、前記線幅を自在に制御することは困難である。第2に、線幅が大きくなると隣り合う電極指11aが近くなり、エレクトロマイグレーションやストレスマイグレーションにより電極指11aがショートし、所望のフィルタ特性が得られないといった致命的欠陥を生ずる場合があった。また、線幅が小さくなれば電極指11aの電気抵抗が大きくなり、電極指11aに電流が流れ難くなることでSAW共振子の共振点30a及び反共振点30bのQが小さくなり、SAWフィルタの所望の挿入損失及び通過帯域幅が確保できなくなっていた。

【0007】また、GHz帯の高周波用SAWフィルタとする場合、IDT電極11の電極指11aの線幅を非常に精密に加工することが要求される。例えば、安価な等倍露光方式を使用する場合、フォトマスク上の線幅が $1\mu\text{m}$ 以下になるため、前記線幅寸法を実現するためのフォトマスクを精度良く製造することが困難である。そのため、高価な縮小露光方式を採用せざるを得ず、高額な設備投資が必要になるという問題がある。また、フォトマスクを精度良く作製できたとしても、それを用いて微細なIDT電極11を圧電基板上に高精度に転写するのは、製造上かなりの困難がある。

【0008】従って、本発明は上記事情に鑑みて完成されたものであり、その目的は、IDT電極の電極指の線幅や電極指間の間隔を細かく制御する必要がないため、電極指がショートしたり、SAW共振子の共振点及び反共振点のQの低下が防止され、その結果、簡易な構成で Δf を調整でき、良好な通過帯域幅及び通過帯域端部の急峻性を有するSAWフィルタを、低コストに製造することにある。

【0009】

【課題を解決するための手投】本発明による弾性表面波フィルタは、圧電基板の主面上に、複数対の櫛歯状電極を接続し形成して成る弾性表面波フィルタであって、前記櫛歯状電極を構成する電極指が周期的に間引きされていることを特徴とし、これにより、電極指の線幅や電極

指間の間隔を細かく制御する必要がなく、簡易な構成で Δf を調整でき、良好な通過帯域幅及び通過帯域端部の急峻性を有する弾性表面波フィルタを、低コストに製造できる。

【0010】本発明において、好ましくは、前記圧電基板が 36° Yカット-X伝搬の LiTaO_3 単結晶から成り、電極指の間引き率 R_m を $R_m = (\text{間引きした電極指数}) / (\text{間引き前の総電極指数}) \times 100\%$ とした場合、 $2\% \leq R_m \leq 22\%$ である。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明のSAWフィルタを以下に説明する。図1は、本発明のSAWフィルタに用いるSAW共振子S1の基本構成の平面図である。同図において、1は互いに噛み合うように形成された一対の櫛歯状電極であるIDT電極、1aはIDT電極を構成する電極指、2、2はIDT電極1のSAW伝搬路の両端に設けられた反射器である。尚、同図のIDT電極1及び反射器2、2は、その電極指1aの本数が数10～数100本に及ぶため、その形状を簡略化して描いてある。

【0012】本発明のIDT電極1は、それを構成する電極指1aを周期的に間引きした構成である。例えばIDT電極1の間引き前の総電極指1a本数が120本で、電極指ピッチが $2\mu\text{m}$ の場合、電極指1aの間引き率 $R_m = (\text{間引きした電極指数}) / (\text{間引き前の総電極指数}) \times 100 = 33\%$ であれば、図1のように、3本に1本の電極指1aが周期的に間引きされた構造となる。また、例えば $R_m = 2\%$ の場合のIDT電極1の構成は、電極指1aが100本に2本間引きされた構造、又は50本に1本間引きされた構造のいずれであってもよい。

【0013】また、図2は、電極指間引き率 R_m と、その電極指間引き率 R_m で図4のような3段型のラダー型SAWフィルタFを作製した時の、通過帯域の中心周波数における帯域幅比率 $= (\text{通過帯域幅}) / (\text{中心周波数}) \times 100 (\%)$ を示したグラフである。例えば、中心周波数 $= 870\text{MHz}$ 、通過帯域幅 $= 30\text{MHz}$ で、帯域幅比率 $= 3.4\%$ である。このとき、圧電基板材料は 36° Yカット-X伝搬の LiTaO_3 単結晶であり、IDT電極1のピッチにより決定されるSAWの波長 (λ) によってIDT電極1の厚さ h を規格化した膜厚、即ち規格化膜厚 h/λ を $h/\lambda = 0.07 (7\%) \sim 0.11 (11\%)$ とした。また、直列SAW共振子の反共振周波数が並列SAW共振子の共振周波数に略一致するように、直列SAW共振子及び並列SAW共振子の電極指1aのピッチを設定した。

【0014】本発明のSAWフィルタが主に使用される自動車電話及び携帯電話等の移動体無線機器等において、内蔵される帯域フィルタの帯域幅比率は、製造偏差を含め $3.2\% \sim 3.7\%$ が必要である。図2から判るように、 R_m が 22% を超えると急激に帯域幅比率が低

下することから、 R_m は 22% 以下が好ましい。また、帯域幅比率が 3.7% の場合 $R_m = 2\%$ 程度であることから、帯域幅を調整するうえで、 $2\% \leq R_m \leq 22\%$ の範囲が好適であることが判明した。

【0015】更に、雑音防止のために、 S/N 比を改善して減衰特性に優れた製品を製造するのにも本発明は有効であり、これを図6で説明する。同図(b)に示すように、直列SAW共振子及び並列SAW共振子の Δf は、電極指1aの間引きくことにより Δf が小さくなる。そこで、(a)のように、共振周波数 $31a$ の従来の直列SAW共振子を本発明により Δf を小さくし、共振周波数 $31b$ の周波数位置に設定することで、通過帯域の低周波側の減衰特性を $33a$ から $34a$ へ変化させることができる。また、反共振周波数 $32b$ の従来の並列SAW共振子を本発明により Δf を小さくし、反共振周波数 $32b$ を低周波側に移動させ反共振周波数 $32c$ とすることで、通過帯域の高周波側の減衰特性が $33b$ から $34b$ へ変化させることができる。その結果、同図の破線に示すように、通過帯域端部の減衰特性の急峻性が大きく改善される。

【0016】本発明のIDT電極1の最も外側の電極指1a、換言すれば最も反射器2、2に近い電極指1aは、これらの間引きするのは望ましくない。即ち、これらの電極指1aは存在する方がよい。それは、IDT電極1と反射器2、2との距離が、他の電極指1a同士の距離と異なり、SAWの定在波の節と腹の位置がずれることになり、その結果SAW共振子S1の共振状態が変化し、場合によっては所望の共振が発生せず、共振点及び反共振点のQが低下することになる。

【0017】本発明において、SAW共振子S1のIDT電極1はAlあるいはAl合金(Al-Cu系、Al-Ti系等)からなり、特にAlが励振効率が高く、材料コストが低いため好ましい。また、IDT電極1は蒸着法、スパッタリング法又はCVD法等の薄膜形成法により形成する。

【0018】そして、IDT電極1の電極指1aの対数は $50 \sim 200$ 程度、電極指1aの線幅は $0.1 \sim 1.0.0\mu\text{m}$ 程度、電極指1aの間隔は $0.1 \sim 10.0\mu\text{m}$ 程度、電極指1aの開口幅(交差幅)は $10 \sim 100\mu\text{m}$ 程度、IDT電極1aの厚みは $0.2 \sim 0.4\mu\text{m}$ 程度とすることが、SAW共振子あるいはSAWフィルタとしての所期の特性を得るうえで好適である。また、IDT電極1の電極指1a間に酸化亜鉛、酸化アルミニウム等の圧電材料を成膜すれば、SAWの共振効率が向上し好適である。

【0019】圧電基板としては、 36° Yカット-X伝搬の LiTaO_3 結晶、 64° Yカット-X伝搬の LiNbO_3 結晶、 45° Xカット-Z伝搬の LiB_4O_7 結晶等が、電気機械結合係数が大きく且つ群遅延時間温度係数が小さいため好ましく、特に電気機械結合係数の

大きな 36° Yカット-X伝搬の LiTaO_3 結晶が良い。また、結晶Y軸方向におけるカット角は $36^\circ \pm 10^\circ$ の範囲内であれば良く、その場合十分な圧電特性が得られる。圧電基板の厚みは $0.1 \sim 0.5 \text{ mm}$ 程度がよく、 0.1 mm 未満では圧電基板が脆くなり、 0.5 mm 超では材料コストが大きくなる。

【0020】かくして、本発明は、電極指の線幅や電極指間の間隔を細かく制御する必要がなく、簡易な構成で Δf を調整でき、良好な通過帯域幅及び通過帯域端部の急峻性を有する弾性表面波フィルタを、低コストに製造できるという作用効果を有する。

【0021】更に、本発明のSAWフィルタは、同一の圧電基板の主面において複数のSAW共振子を接続して構成したものであり、例えば図4に示すようなラダー型SAWフィルタFとして用いる。その場合、1. 5段型、2段型、2. 5段型、3段型、3. 5段型、より多段接続したタイプを構成してもよい。あるいは、ラダー型に限らず、テラス型SAWフィルタ、ノッチ型SAWフィルタ等の種々のタイプのSAWフィルタに使用できる。また、圧電基板の両主面（表裏面）にSAWフィルタを設けてもよい。

【0022】なお、本発明は上記の実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内で種々の変更は何等差し支えない。

【0023】

【実施例】本発明の実施例を以下に説明する。図1に示すようなSAW共振子Sを、図4のようなラダー型SAWフィルタとなるように、同一圧電基板上に6個形成した。

【0024】 36° Yカット-X伝搬の LiTaO_3 単結晶から成る圧電基板上に、Alから成る回路パターンを形成した。具体的には、紫外線（Deep UV）を用いた密着露光機によるフォトリソグラフィ法で前記圧電基板用のウェハ上にレジストのネガパターンを形成した。次いで、電子ビーム蒸着機でAlを成膜して、多数個のラダー型SAWフィルタ用の回路パターンを作製した。その後、レジスト剥離液中で不用なAlをリフトオフし、微細な回路パターンを形成し、ダイシング法でウェハを切断して、各ラダー型SAWフィルタを切り出した。

【0025】このとき、1個のSAW共振子Sにおいて、IDT電極1の対数＝85対、IDT電極1の電極指1aの線幅＝ $1.1 \mu\text{m}$ 、電極指1aの間隔＝ $1.1 \mu\text{m}$ 、電極指1aの厚み＝ 3500 \AA 、反射器2、2の電極指本数＝20本、反射器2、2の電極指の線幅＝

$1.1 \mu\text{m}$ 、反射器2、2の電極指の間隔＝ $1.1 \mu\text{m}$ 、反射器2、2の電極指の厚み＝ 3500 \AA であった。そして、IDT電極1の電極指1aの間引き前の総数は171本であり、 $R_m = 12.5\%$ とした。

【0026】このような構成により、1個のSAW共振子Sでは、 Δf が従来の 31.3 MHz から 29.6 MHz に変化し、ラダー型SAWフィルタFにおいて、帯域幅比率＝ $30/870 \times 100 = 3.4\%$ であった。また、通過帯域幅端部の急峻性は、 3 dB から 15 dB の周波数差分で従来の 10 MHz から 7.8 MHz となり、急峻性が改善された。このように、帯域幅及び通過帯域幅端部の急峻性が著しく改善された。

【0027】

【発明の効果】本発明は、IDT電極を構成する電極指を周期的に間引きすることにより、電極指の線幅や電極指間の間隔を細かく制御する必要がなく、簡易な構成で Δf を調整でき、良好な通過帯域幅及び通過帯域端部の急峻性を有するSAWフィルタを、低コストに製造できる。また、IDT電極の Δf を調整することで、通過帯域端部の急峻性を良好な状態として、通過帯域幅を自在に調整できる。また、電極指線幅、電極指ピッチは従来と同様の精度であるため、IDT電極の形成工程に用いるフォトマスクの作製が容易であり、低コストで製造可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に用いるSAW共振子S1の基本構成の平面図である。

【図2】本発明の3段型のラダー型SAWフィルタにおいて、電極間引き率 R_m と帯域幅比率との相関を示すグラフである。

【図3】従来のSAW共振子Sの基本構成の平面図である。

【図4】従来の3段型のラダー型SAWフィルタFの回路図である。

【図5】従来のSAW共振子の入力インピーダンス $|Z|$ の周波数特性のグラフである。

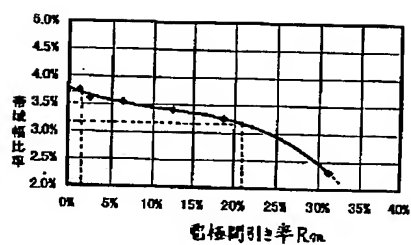
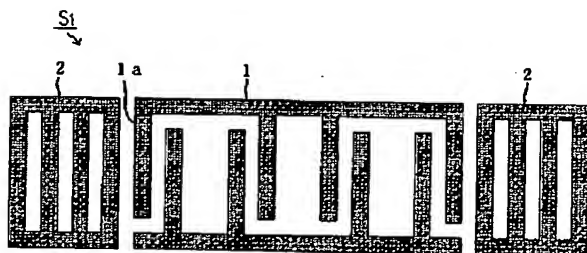
【図6】本発明により、3段型のラダー型SAWフィルタの通過帯域端部の急峻性が改善されることを説明するもので、(a)はラダー型SAWフィルタの通過帯域における減衰量一周波数特性のグラフ、(b)はSAW共振子の $|Z|$ 一周波数特性のグラフである。

【符号の説明】

1：IDT電極
1a：電極指
2：反射器

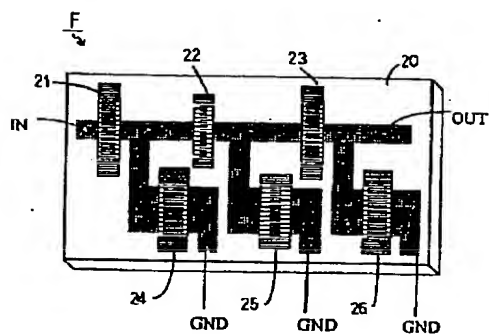
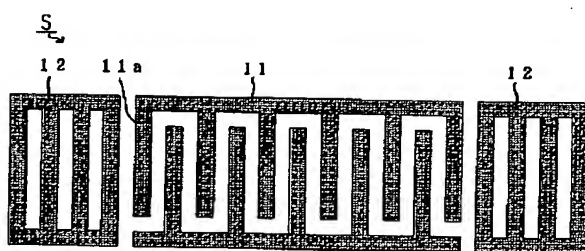
【図1】

【図2】



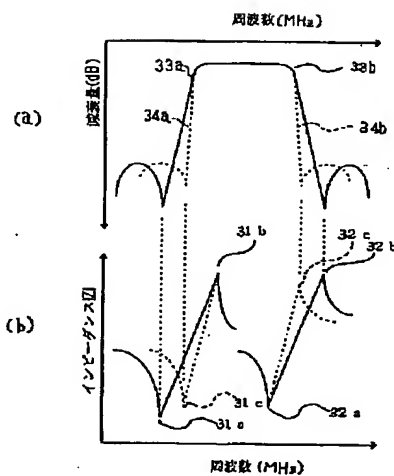
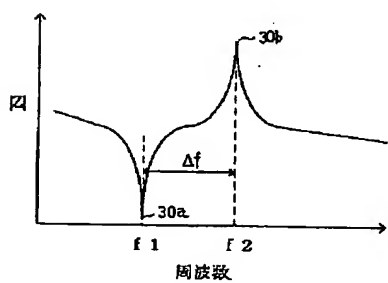
【図3】

【図4】



【図5】

【図6】



THIS PAGE BLANK (USPTO)